

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DAN
BIAYA PADA JEMBATAN BAJA KOMPOSIT DENGAN JEMBATAN
BETON BERTULANG KONVENSIIONAL DI DESA PENGKOL
KAB.BOYOLALI**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

oleh

**MASITOH AGUSTA AMBARWATI
D 100 090 078**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DAN BIAYA
PADA JEMBATAN BAJA KOMPOSIT DENGAN JEMBATAN BETON
BERTULANG KONVENSIONAL DI DESA PENGKOL**


PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

MASITOH AGUSTA AMBARWATI
NIM : D 100 090 078

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. H. M. Nursahid, M.M., M.T.
NIP. 132290021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DAN BIAYA
PADA JEMBATAN BAJA KOMPOSIT DENGAN JEMBATAN BETON
BERTULANG KONVENSIONAL DI DESA PENGKOL**

OLEH:

**MASITOH AGUSTA AMBARWATI
NIM: D 100 090 078**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Jum'at, 12 Juni 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji

1. Ir. H. M. Nursahid, M.M., M.T.
(Pembimbing Utama)
2. Basuki, S.T., M.T.
(Pembimbing Pendamping)
3. Budi Priyanto, S.T., M.T.
(Anggota)



Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D.
NIK : 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 8 Desember 2015

Penulis



Masitoh Agusta Ambarwati

D100 090 078

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DAN BIAYA
PADA JEMBATAN BAJA KOMPOSIT DENGAN JEMBATAN
BETON BERTULANG KONVENSIONAL
DI DESA PENGKOL KAB. BOYOLALI**

ABSTRAKSI

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk meneliti efisiensi antara penggunaan jembatan baja komposit yang akan diganti dengan jembatan beton bertulang pada pembangunan bangunan atas proyek Jembatan Pengkol, Kecamatan Karanggede, Kabupaten Boyolali. Penelitian ini akan membandingkan ke dua konstruksi dari segi biaya, metode pelaksanaan. Jembatan dengan metode beton bertulang umumnya dipakai untuk bentang dengan panjang $L < 30$ m. Struktur awal jembatan ini menggunakan metode jembatan baja komposit. Dari hasil penelitian ini didapat : biaya jembatan dengan metode beton bertulang konvensional adalah sebesar Rp 1.028.458.532,14,- biaya jembatan dengan metode baja komposit Rp 710.192.000,00,- dengan selisih biaya Rp 318.266.532,14,-. Perbedaan dari sisi metode pelaksanaan dengan metode komposit dan metode beton bertulang konvensional adalah terletak pada proses pekerjaan gelagar jembatan, dimana pada metode baja komposit terdapat pekerjaan pemasangan perancah, penyambungan profil baja, pemasangan gelagar induk, pengecatan profil baja, pemasangan *shear connector*, dan pemasangan acuan. Sedangkan pada metode beton bertulang konvensional terdapat pekerjaan persiapan elemen gelagar dan pemasangan perancah.

Kata kunci : Jembatan Pengkol Karanggede, metode beton bertulang konvensional, metode baja komposit

ABSTRACT

This final project is intended to examine the efficiency between the use of composite steel bridge that will be replaced with reinforced concrete bridge on the construction of the building on the Pengkol Bridge project, Karanggede, Boyolali District. This study will compare the two constructions in terms of cost, implementation method. Bridges with reinforced concrete method are generally used for spans with length $L < 30$ m. The initial structure of this bridge uses a composite steel bridge method. The result of this research is: bridge cost with conventional reinforced concrete method is Rp 1,028,458,532.14, - bridge cost with composite steel method Rp 710.192.000,00, - with cost difference Rp 318.266.532,14, -. The difference in terms of the method of implementation with conventional reinforced concrete method and method is located in the bridge girder work process, where in the composite steel method there is the installation work of scaffolding, steel profile grafting, mounting girder, steel profile painting, shear connector installation and reference installation. While on the conventional

reinforced concrete method there is the preparation work of gelagar elements and the installation of scaffolding.

Keywords: Karanggede Pengkol bridge, reinforced concrete method conventional, composite steel method

1. PENDAHULUAN

Jembatan menjadi prasarana transportasi yang erat hubungannya bagi pergerakan lalu lintas. Istilah umum yang digunakan untuk konstruksi yang dibuat atau dibangun sebagai jalur transportasi (penghubung) yang melintasi sungai, rawa, danau, jurang maupun rintangan lainnya adalah jembatan. Sebagai prasarana penghubung dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara jembatan yaitu mampu meningkatkan pertahanan dan keamanan Negara., ketika timbul masalah-masalah yang tidak diinginkan yang mampu mengganggu stabilitas daerah maupun nasional.

Dalam tugas akhir ini akan membahas mengenai metode pelaksanaan yang dipilih dalam membuat jembatan, yaitu penggunaan metode pelaksanaan jembatan baja komposit akan diganti dengan menggunakan metode pelaksanaan jembatan beton konvensional. Pada jembatan Pengkol Kecamatan Karang Gede Kabupaten Boyolali menghabiskan biaya sebesar Rp. 710.192.000,- (Tujuh ratus sepuluh juta seratus sembilan puluh dua ribu rupiah).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana perbandingan metode pelaksanaan konstruksi jembatan Komposit dengan jembatan beton konvensional di Desa Pengkol Kecamatan Karanggede Kabupaten Boyolali?
- b. Hitunglah pembebanan yang bekerja pada jembatan beton konvensional Jembatan Pengkol Karanggede Boyolali !
- c. Hitunglah perbandingan biaya dan efisiensi pelaksanaan pada metode pelaksanaan jembatan beton Konvensional dan jembatan Komposit !

Tujuan dari diadakanya penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui metode pelaksanaan konstruksi jembatan komposit dan jembatan beton konvensional

- b. Mengetahui nilai pembebanan yang dapat diterapkan pada jembatan beton konvensional.
- c. Mengetahui perbandingan biaya yang diperlukan pada konstruksi jembatan komposit dengan jembatan beton konvensional.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Beton Konvensional

Jembatan konvensional yang juga disebut dengan jembatan beton bertulang yaitu suatu jenis beton yang kuat tekannya kurang dari 40 MPa ($f'_c \leq 40 \text{ MPa}$). Secara umum, jembatan beton bertulang dibagi menjadi 2 (dua) macam (Supriyadi, 2000), yaitu:

a. Jembatan Beton Bertulang Type Plat

Luas tulangan transversal (A_{bagi}) tidak boleh kurang dari $(100/\sqrt{S})$ % dari luas tulangan utama (longitudinal), dengan S adalah panjang bentang jembatan (dalam meter)

$$A_{\text{bagi}} = 100/\sqrt{S} \cdot A_{s,u}$$

b. Jembatan Beton Bertulang Type Gelagar

Jembatan type gelagar ini digunakan secara cukup luas untuk jembatan jalan raya. Penggunaannya akan lebih ekonomis pada bentang antara 15-25m. Umumnya antara gelagar dan plat lantai jembatan dicor secara monolit, maka dari itu analisis gelagar dilakukan sebagai satu kesatuan struktur sebagai balok-

2.4. Metode Komposit

Struktur komposit adalah suatu struktur yang terdiri dari 2 jenis bahan yang digabung dengan cara sedemikian rupa sehingga dapat bekerja menjadi satu kesatuan dalam memikul beban. Dengan berpadunya antara material beton dan baja tulangan akan membentuk material komposit yang ekonomis seta efisien lewat hasil kerjasama yang tercipta melalui kekuatan beton yang kuat terhadap tekan serta baja yang kuat terhadap tarik.

Jembatan komposit merupakan perpaduan antara dua bahan yaitu baja dan beton. Kedua bahan dianggap menjadi satu kesatuan adalah akibat

dipasanginya alat penyambung geser (*shear connector*) pada permukaan sentuh kedua bahan tersebut.

2.5. Pembebanan

Pedoman pembebanan digunakan PPPJJR 1987 (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987) untuk perencanaan jembatan jalan raya merupakan dasar dalam menentukan beban dan gaya untuk perhitungan tegangan yang terjadi pada setiap bagian jembatan yang ada. Beban yang bekerja pada gelagar utama adalah : 1) Beban mati (q_D) terdiri atas : berat pipa railing, berat tiang sandaran, berat trotoar, berat kerb, berat lantai jembatan, berat lapisan perkerasan aspal, berat genangan air hujan, berat sendiri gelagar utama. 2) Beban hidup (q_L) terdiri atas : beban merata, beban garis, beban rem. 3) Beban angin.

Tabel 1 Berat isi bangunan (PPPJJR 1987)

Bahan Bangunan	Berat Isi (t/m^3)
Baja tuang	7,85
Besi tuang	7,25
Alumunium paduan	2,8
Beton bertulang / pratekan	2,5
Beton biasa, tumbuk, siklop	2,2
Pasangan batu/bata	2,0
Kayu	1.0
Tanah, pasir, kerikil	2,0
Perkerasan jalan beraspal	2,5
Air	1,0

2.6. Kombinasi Pembebanan

Konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan an gaya yang mungkin bekerja. Sesuai dengan sifat-sifat serta kemungkinan-kemungkinan pada setiap beban, tegangan yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikkan terhadap tegangan yang diizinkan sesuai keadaan elastis (PPPJJR 1987) Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diijinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya.

Tabel 2 Kombinasi pembebanan dan gaya (PPPJJR 1987)

Kombinasi Pembebanan	Macam Pembebanan dan gaya	Tegangan yang digunakan dalam % terhadap tegangan izin keadaan elastis
I	$M+(H+K)+T_a+T_u$	100%
II	$M+T_a+A_h+G_g+A+S_r+T_m$	125%
III	Kombinasi 1 + $R_m+G_g+A_{Hg}+T_u$	140%
IV	$M+G_h+T_{ag}+G_g+A_{Hg}+T_u$	150%
V	$M+P1$	130%
VI	$M+(H+K)+T_a+S+T_b$	150%

2.7 Perencanaan Perhitungan Biaya

Ada beberapa metode untuk menyusun perkiraan/perencanaan biaya, antara lain :

1) Metode parametrik, 2) Pemakaian daftar indeks harga dan informasi proyek terdahulu, 3) Metode menganalisa unsur-unsurnya, 4) Metode faktor, 5) Penjumlahan material (*Quantity take-off*) dan harga satuan, 6) Harga satuan pekerjaan (*unit price*), 7) Pemakaian data dan informasi proyek yang bersangkutan.

Untuk menentukan biaya bangunan (*building cost*) rancangan pekerjaan konstruksi dari suatu bangunan, diperlukan suatu acuan dasar. Analisa biaya konstruksi yang selama ini dikenal, yaitu analisa BOW. Pada tugas akhir ini menggunakan analisis biaya dengan analisa SNI.

2.8. Rumus-Rumus yang Digunakan

F.1. Jembatan Beton Konvensional.

a. Faktor pikul momen

$$K_{maks} = \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2}$$

$$K = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2)$$

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f_c'}} \right] \cdot d$$

$$A_{s,u} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b / f_y$$

$$A_{s,min} = 1,4 \cdot b \cdot d / f_y$$

- b. Momen akibat beban mati

$$M_D^+ = + 1/11. q_D. L_X^2$$

$$M_D^- = - 1/16. q_D. L_X^2$$

- c. Momen akibat beban hidup (qL)

$$M_O^+ = + (1/2 . q_{L \text{ real. } 0,65. 1/2. 1,00 - 1/2. q_{L \text{ real. } (1/2. 0,65)^2})$$

$$M_L^+ = + 4/5. M_O^+$$

$$M_L^- = - 1/2. M_O^+$$

F.2. Jembatan Komposit

Perhitungan sifat-sifat dan modulus penampang efektif dari balok komposit dipisahkan menjadi dua kondisi sebagai berikut :

F.2.1. Kondisi ketika plat beton dan balok baja belum menyatu (beton belum keras),

pada kondisi ini maka tampang diperhitungkan hanya seperti balok baja biasa (non komposit).

- a. Momen Inersia Penampang I_s

$$I_s = \frac{1}{12} . b . d^3 - \frac{1}{12} (b-t_b) . (d-2.t_s)^3 \dots\dots\dots(F.2.1.a)$$

- b. Modulus Tampang Irisan baja (S_{ts})

$$S_{ts} = S_{bs} = \frac{I_s}{\frac{1}{2}d} \dots\dots\dots(F.2.1.b)$$

Dengan :

S_{bs} = Section modulus bottom steel (mm^3)

S_{ts} = Section Modulus top steel (mm^3)

F.2.2. Kondisi ketika plat beton dan balok baja sudah menyatu.

- a. Momen Inersia Penampang komposit ($I_{komposit}$)

$$I_{komposit} = \frac{1}{12} b_{eq.} t_b^3 + A_{eq.} (Y_{bc} + \frac{1}{2} I_p)^2 + I_s + A_s (Y_{comp} - \frac{1}{2} d)^2$$

..(F.2.2.a)

- b. Modulus penampang efektif irisan komposit

$$1. \text{ Bottom steel} \quad S_{bs} = \frac{I_{comp}}{Y_{bs}}$$

$$2. \text{ Top steel} \quad S_{ts} = \frac{I_{comp}}{Y_{ts}}$$

$$3. \text{ Bottom Concrete} \quad S_{bc} = \frac{I_{comp}}{Y_{bc}}$$

4. Top concreted $S_{tc} = \frac{I_{comp}}{y_{tc}}$

F.2.3. Alat Penghubung Geser (*shear Connector*)

Menurut spesifikasi AASHTO (dalam Salmon, 1991), kekuatan ultimit alat penghubung geser dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a. Alat penghubung Stud

$$q_{ult} = 0,0004 \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_c' \cdot E_c} \dots\dots\dots (F.2.3.a)$$

d dalam mm, f_c' dan E_c dalam MPa, dan q_{ult} dalam kN

b. Alat penghubung channel

$$q_{ult} = 0,5888 \cdot (t + 0,5 \cdot s) \cdot L \cdot \sqrt{f_c'} \text{ (dalam kN)} \dots\dots\dots (F.2.3.b)$$

Sedang jika menurut spesifikasi SNI 03 – 1729 – 2002, kekuatan ultimit alat penghubung geser dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a. Alat penghubung stud

$$q_{ult} = 0,5 I_{stud} \sqrt{f_c' \cdot E_c} = 0,3925 \cdot d^2 \sqrt{f_c' \cdot E_c} \dots\dots\dots (F.2.3.c)$$

b. Alat penghubung channel

$$q_{ult} = 0,3 \cdot (t + 0,5 \cdot s) \cdot L \cdot \sqrt{f_c'} \text{ (dalam N) } \dots\dots\dots (F.2.3.d)$$

F.2.4. Perhitungan Tegangan

Pada jembatan komposit baja–beton perbedaan metode pelaksanaan mempengaruhi perhitungan tegangan dalam pelaksanaan.

a. Tabel 3. Perhitungan tegangan pada metode pelaksanaan tanpa penunjang

Tegangan Momen	Bottom Steel σ_{bs} , (Mpa)	Top Steel σ_{ts} , (Mpa)	Top Concrete σ_{tc} , (Mpa)
M_{MP}	$\frac{M_{MP}}{S_s}$	$\frac{M_{MP}}{S_s}$	
M_{MS}	$\frac{M_{MS}}{S_{bs3}}$	$\frac{M_{MS}}{S_{ts3}}$	$\frac{M_{MS}}{3 \cdot n \cdot S_{tc3}}$
$M_{H+K+dII}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{bs1}}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{ts1}}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{1 \cdot n \cdot S_{tc1}}$
	$\sum \dots \leq \bar{\sigma}_s$	$[\sum \dots] \leq \bar{\sigma}_s$	$[\sum \dots] \leq \bar{\sigma}_c$

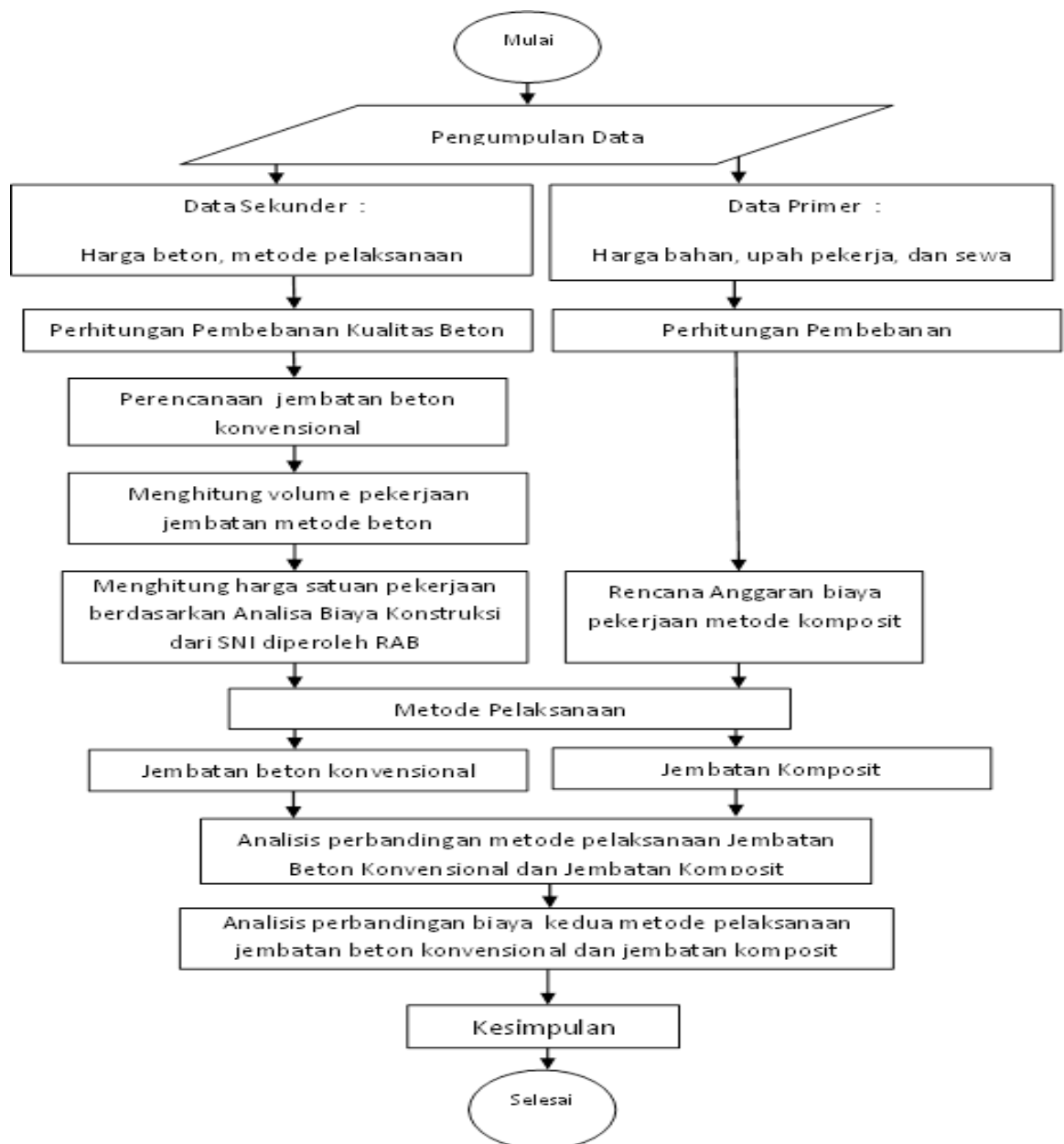
$$\overline{\sigma}_c = \text{tegangan izin baja} = f_y / 1,5$$

$$\overline{\sigma}_s = \text{tegangan izin beton} = 0,45.f_c'$$

b. Tabel 4. Perhitungan tegangan pada metode pelaksanaan dengan penunjang

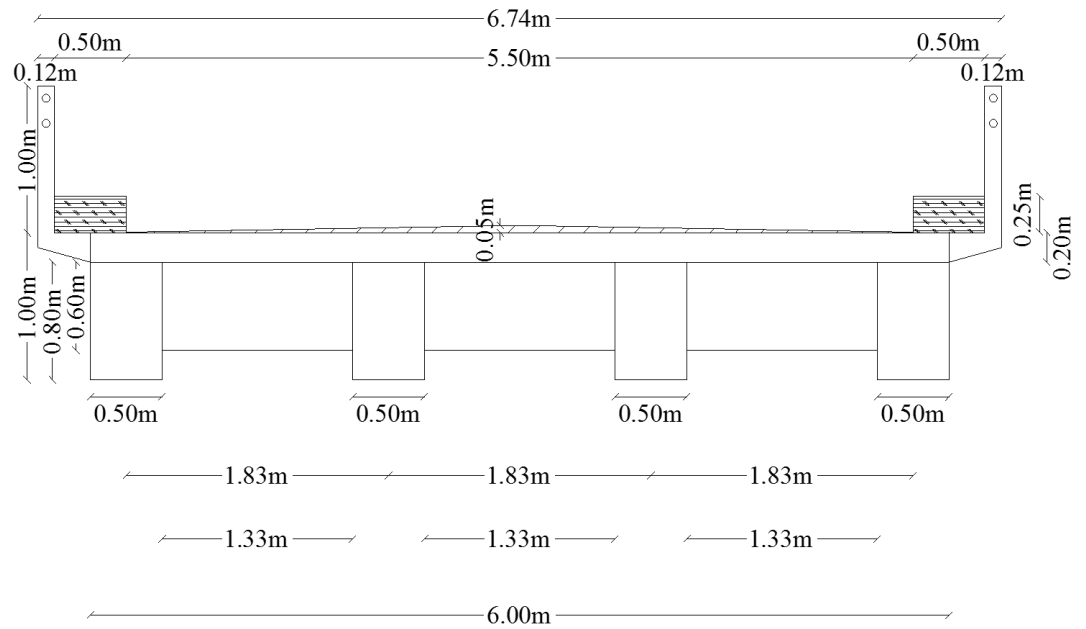
Tegangan Momen	Bottom Steel σ_{bs} , (Mpa)	Top Steel σ_{ts} , (Mpa)	Top Concrete σ_{tc} , (Mpa)
M_{MP+MS}	$\frac{M_{MP+MS}}{S_{bs3}}$	$\frac{M_{MP+MS}}{S_{ts3}}$	$\frac{M_{MP+MS}}{3.n.S_{tc3}}$
$M_{H+K+dII}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{bs1}}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{ts1}}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{1.n.S_{tc1}}$
	$\Sigma \dots \leq \overline{\sigma}_s$	$[\Sigma \dots] \leq \overline{\sigma}_s$	$[\Sigma \dots] \leq \overline{\sigma}_c$

Keterangan : M_{MP} = momen akibat beban mati primer
 M_{MP} = momen akibat beban mati sekunder
 $M_{H+K+dII}$ = momen akibat beban hidup, beban
 Beban kejut, dll



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Perencanaan Jembatan

Tabel 5. Perbandingan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jembatan Baja Composite dengan Beton Bertulang

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>1. Pekerjaan gelagar jembatan</p> <p>Pelaksanaan pekerjaan pemasangan gelagar terdiri dari :</p> <ol style="list-style-type: none"> Pekerjaan Persiapan Pada item pekerjaan ini adalah menyiapkan elemen gelagar baja pada lapangan Pekerjaan Pemasangan Perancah Perancah dibuat diatas pondasi yang kokoh, kuat dan juga terhindar dari bahaya penurunan, sedangkan untuk konstruksinya sendiri harus kokoh dan kuat terhadap pembebanan yang akan dibebankan. Pekerjaan Penyambungan Profil Baja Penyambungan profil baja dapat dilakukan bagi jembatan gelagar komposit yang profil bajanya dibutuhkan penyambungan. Pekerjaan Pemasangan atau Penyetelan Perletakan (<i>Elastomeric Bearings</i>) Pemasangan atau penyetelan perletakan (<i>Elastomeric Bearings</i>) dilakukan pada bangunan bawah jembatan yang telah dibangun dengan kekuatan, bentuk dan posisi yang sesuai rencana. Pekerjaan Pemasangan Gelagar Induk Pemasangan gelagar induk dapat dikerjakan setelah perancah dan alat-alat yang dibutuhkan untuk menyambung 	<p>1. Pekerjaan gelagar jembatan</p> <p>Pelaksanaan pekerjaan pemasangan gelagar terdiri dari:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pekerjaan persiapan Menyiapan segala elemen gelagar di lapangan Pekerjaan pemasangan perancah Perancah dibuat diatas pondasi yang kokoh, kuat dan juga terhindar dari bahaya penurunan, sedangkan untuk konstruksinya sendiri harus kokoh dan kuat terhadap pembebananyang akan dibebankan Pekerjaan pemasangan begisting <ol style="list-style-type: none"> Menentukan lahan yang akan dipasang bekisting Menyiapkan dan merakit komponen bekisting dengan kuat dan tepat. Pekerjaan pembesian <ol style="list-style-type: none"> Menyiapkan material besi tulangan sesuai dengan ukuran rencana Menyiapkan lokasi pemotongan dan perakitan tulangan Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendrat bersilang tumpang tindih Potong dan rakit pembesian dengan sesuai ukuran rencana Menyiapkan lokasi pemasangan panelrakitan pembesian dilapangan bersih dari segala kotoran Pastikan posisi ikatan antara besi tulangan sudah cukup

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>profil di tempat pekerjaan tersedia, kegiatan berikutnya adalah meletakkan profil gelagar induk pada perletakan bersama-sama dengan diafragma pada posisi yang tepat. Semua sambungan dipasang dengan drift dan baut.</p> <p>f. Pekerjaan Pengecatan Profil Baja Pada pekerjaan ini profil baja yang rusak akibat dari pengangkutan atau pelaksanaan penyambungan dan kegiatan lainnya perlu dicat ulang dilapangan, pengecatan dapat dilakukan dengan cara digalcanis atau dicat biasa.</p> <p>g. Pekerjaan Pemasangan <i>Shear Connector</i> Pemasangan alat penyambung geser (<i>shear connector</i>) bertujuan untuk menjadikan kedua bahan dapat dianggap menjadi satu kesatuan pada permukaan sentuh kedua bahan tersebut.</p> <p>2. Pekerjaan Plat Lantai Jembatan Adapun item dari pekerjaan plat lantai jembatan adalah</p> <p>a. Pembuatan bekisting plat lantai</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menentukan lahan yang akan dipasang bekisting 2) Pengukuran lokasi pengecoran dan pembersihan dari segala macam kotoran 3) Menyiapkan komponen dan merakit komponen bekisting dilapangan dengan kuat dan tepat. 4) Melakukan pengecatan letak dan posisi bekesting 5) Mengeolesi dengan pelumas bagian dalam bekisting yang akan dilapisi beton basah <p>b. Pelaksanaan pekerjaan pembesian Prosedur pelaksanaan pekerjaan pembesian yaitu :</p>	<p>kuat dan pada tempatnya</p> <p>e. Pekerjaan pengecoran</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Persiapan Sebelum melakukan pengecoran, semua alat-alat yang dibutuhkan harus sudah berada ditempat pengecoran, siap pakai dan dalam keadaan bersih 2) Pelaksanaan pengecoran Pengecoran dapat segera dilakukan setelah pengadukan selesai dan seblumbeton mulai mengeras. 3) Pemadatan Selama dan sesudah pengecoran, beton harus dipadatkan dengan alat atau dengan tenaga manusia. Pemadatan diperlukan agar semua sudut-sudut terisi <p>2. Pekerjaan plat lantai jembatan</p> <p>a. Pembuatan bekisting plat lantai</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menentukan lahan yang akan dipasang bekisting 2) Pengukuran lokasi pengecoran dan pembersihan dari segala macam kotoran 3) Menyiapkan dan merakit komponen bekisting dengan kuat dan tepat. 4) Melakukan pengecatan letak dan posisi bekisting 5) Mengeolesi dengan pelumas bagian dalam bekisting yang akan dilapisi beton basah <p>b. Pelaksanaan pekerjaan pembesian</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan material besi tulangan sesuai dengan ukuran rencana

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan material besi tulangan sesuai dengan ukuran 2) Menyiapkan lokasi untuk pemotongan dan perakitan tulangan 3) Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendrat bersilang tumpang tindih 4) Potong dan rakit pembesian dengan sesuai ukuran gambar rencana 5) Menyiapkan lokasi pemasangan panel rakitan pembesian dilapangan bersih dari segala kotoran 6) Pastikan posisi ikatan antar besi tulangan sudah cukup kuat dan pada tempatnya <p>c. Pengecoran beton</p> <p>Prosedur pelaksanaan pekerjaan pengecoran beton yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Persiapan Sebelum dilakukan pengecoran, semua alat-alat, material dan pekerja harus sudah berada ditempat pengecoran dan alat-alat dalam keadaan bersih serta siap untuk dipakai 2) Pelaksanaan pengecoran Pengecoran dapat segera dilakukan setelah pengadukan selesai dan sebelum beton mulai mengeras. Cara pengerjaan pengecoran hendaknya dikerjakan sedemikian sehingga tidak terjadi pemisahan bahan (<i>segregation</i>). 3) Pemadatan Selama dan sesudah pengecoran, beton harus dipadatkan dengan alat-alat pemadat mekanis atau dengan tenaga manusia. Ketelitian dalam pemadatan diperlukan agar semua sudut-sudut terisi, sela-sela diantara dan sekeliling 	<ol style="list-style-type: none"> 2) Menyiapkan lokasi pemotongan dan perakitan tulangan 3) Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendrat bersilang tumpang tindih 4) Potong dan rakit pembesian dengan sesuai ukuran rencana 5) Menyiapkan lokasi pemasangan panelrakitan pembesian dilapangan bersih dari segala kotoran 6) Pastikan posisi ikatan antara besi tulangan sudah cukup kuat dan pada tempatnya <p>c. Pengecoran beton</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Persiapan Sebelum melakukan pengecoran, semua alat-alat yang dibutuhkan harus sudah berada ditempat pengecoran siap pakai dan dalam keadaan bersih 5) Pelaksanaan pengecoran Pengecoran dapat segera dilakukan setelah pengadukan selesai dan seblum beton mulai mengeras. 6) Pemadatan Selama dan sesudah pengecoran, beton harus dipadatkan dengan alat atau dengan tenaga manusia. Pemadatan diperlukan agar semua sudut-sudut terisi.

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>tulangan terpenuhi tanpa menggeser kedudukan tulangan tersebut, membuat agar permukaan menjadi rata dan halus, mengeluarkan gelembung-gelembung udara dan mengisi semua rongga.</p> <p>3. Pekerjaan railing (sandaran) jembatan Pekerjaan railing (sandaran) jembatan meliputi :</p> <p>a. Pelaksanaan pekerjaan pembesian sandaran jembatan Prosedur pelaksanaan pekerjaan pembesian yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan material besi tulangan sesuai dengan ukuran 2) Menyiapkan lokasi untuk pemotongan dan perakitan tulangan 3) Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendrat bersilang tumpang tindih 4) Potong dan rakit pembesian dengan sesuai ukuran gambar rencana <p>b. Pembuatan bekisting sandaran jembatan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menentukan lahan sandaran yang akan dipasang bekisting 2) Pengukuran lokasi pengecoran sandaran dan pembersihan dari segala macam kotoran 3) Menyiapkan komponen dan merakit komponen bekisting dilapangan dengan kuat dan tepat 4) Melakukan pengecekan letak dan posisi bekisting 5) Mengolesi dengan pelumas bagian dalam bekisting yang akan dilapisi beton basah <p>c. Pengecoran sandaran jembatan dan pemasangan pipa</p>	<p>3. Pekerjaan railing (sandaran) jembatan</p> <p>a. Pelaksanaan pekerjaan pembesian sandaran jembatan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan material besi sesuai dengan ukuran 2) Menyiapkan lokasi untuk pemotongan dan perakitan 3) Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendrat bersilang tumpang tindih 4) Potong dan rakit pembesian dengan ukuran sesuai rencana <p>b. Pembuatan bekisting sandaran jembatan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menentukan lahan sandara yang akan dipasang bekisting 2) Pengukuran lokasi pengecoran sandaran dan pembersihan dari segala macam kotoran 3) Menyiapkan dan merakit komponen bekisting dilapangan dengan tepat dan kuat 4) Melakukan pengecekan letak dan posisi bekisting 5) Mengolesi dengan pelumas bagian dalam bekisting yang akan dilapisi beton basah <p>c. Pengecoran sandaran jembatan dan pemasangan pipa sandaran Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pengecoran beton untuk sandaran jembatan yang meliputi pekerjaan</p>

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>sandaran Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pengecoran beton untuk sandaran jembatan yang meliputi pekerjaan persiapan, pembersihan, pengecoran beton dilakukan pekerjaan pemasangan pipa sandaran jembatan.</p> <p>4. Pekerjaan trotoar jembatan Pekerjaan trotoar jembatan meliputi pekerjaan antara lain :</p> <p>a. Pelaksanaan pekerjaan pembesian trotoar Prosedur pelaksanaan pekerjaan pembesian yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan material besi tulangan sesuai dengan ukuran 2) Menyiapkan lokasi untuk pemotongan atau perakitan tulangan 3) Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendrat bersilang tumpang tindih 4) Potong dan rakit pembesian dengan sesuai ukuran gambar rencana <p>b. Pekerjaan bekisting untuk trotoar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menentukan lahan sandaran yang akan dipasang bekisting 2) Pengukuran lokasi pengecoran sandaran dan pembersihan dari segala macam kotoran 3) Menyiapkan komponen dan merakit komponen bekisting dilapangan dengan kuat dan tepat 4) Melakukan pengecekan letak dan posisi bekisting 5) Mengolesi dengan pelumas bagian dalam bekisting yang akan dilapisi beton basah 	<p>persiapan, pembersihan, pengecoran beton dilakukan pekerjaan pemasangan pipa sandaran jembatan.</p> <p>4. Pekerjaan trotoar jembatan</p> <p>a. Pelaksanaan pekerjaan pembesian trotoar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan material besi tulangan sesuai dengan ukuran 2) Menyiapkan lokasi untuk pemotongan atau perakitan tulangan 3) Menyiapkan perakitan tulangan dengan bendat silang tumpang tindih 4) Potong dan rakit pembesian sesuai ukuran dan gambar rencana <p>b. Pekerjaan bekisting untuk trotoar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menentukan lahan sandaran yang akan dipasang bekisting 2) Pengukuran lokasi pengecoran sandaran dan pembersihan dari segala macam kotoran 3) Menyiapkan dan merakit komponen bekisting dilapangan dengan kuat dan tepat 4) Mengecek letak dan posisi bekisting 5) Mengolesi pelumas pada bagian dalam bekisting yang akan dilapisi beton basah <p>c. Pekerjaan pengecoran trotoar</p>

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>c. Pekerjaan pengecoran beton untuk trotoar Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pengecoran beton untuk trotoar jembatan yang meliputi pekerjaan persiapan, pembersihan, pengecoran dan pemadatan beton.</p> <p>5. Pekerjaan perkerasan berbutir Pekerjaan perkerasan berbutir mencakup pekerjaan :</p> <p>a. Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas A Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas A untuk lapisan base jalan meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan tumpukan agregat kelas A dari tempat pengambilan material dengan menggunakan alat wheel loader. 2. Pekerjaan berikutnya adalah memasukan material dari wheel loader ke dump truck, fungsi dump truck adalah untuk mengangkut material agregat ke lokasi pekerjaan dan kemudian menghamparkan material tersebut. 3. Pekerjaan berikutnya adalah pekerjaan pemadatan material agregat kelas A dengan vibrator roller dan motor grader. 4. Selanjutnya adalah pekerjaan penyiraman agregat kelas A dengan menggunakan water tanker. <p>b. Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas B Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas B untuk lapisan base dan subbase meliputi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan tumpukan agregat kelas B dari tempat pengambilan material dengan 	<p>Pengecoran beton untuk trotoar jembatan yang meliputi pekerjaan persiapan, pembersihan, pengecoran dan pemadatan beton.</p> <p>5. Pekerjaan perkerasan berbutir Pekerjaan perkerasan berbutir meliputi pekerjaan :</p> <p>a. Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas A Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A untuk lapisan base jalan mencakup :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan tumpukan agregat kelas A dari tempat pengambilan material yang sudah ditentukan. 2. Berikutnya adalah membawa material ke lokasi pekerjaan dan kemudian menghamparkan material tersebut. 3. Pekerjaan selanjutnya adalah pemadatan material agregat kelas A dengan alat. 4. Selanjutnya adalah penyiraman agregat kelas A dengan alat. <p>b. Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas B Pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas B untuk lapisan base dan subbase meliputi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan tumpukan agregat kelas B dari tempat pengambilan material. 2. Pekerjaan berikutnya adalah mengangkut material agregat ke lokasi pekerjaan dan kemudian menghamparkan material tersebut. 3. Berikutnya adalah pemadatan material agregat kelas B

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>menggunakan wheel loader.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Pekerjaan berikutnya adalah memindahaka dari wheel loader ke dump truck, fungsi dump truck adalah untuk mengangkut material agregat ke lokasi pekerjaan dan kemudian menghamparkan material tersebut. 3. Pekerjaan berikutnya adalah pemadatan material agregat kelas B dengan vibrator roller dan motor grader. 4. Selanjutnya adalah pekerjaan penyiraman agregat kelas B menggunakan water tanker. <p>6. Pekerjaan perkerasan aspal Pekerjan perkerasan aspal jembatan meliputi :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pekerjaan lapis resap pengikat Pekerjaan awal adalah membawa material lapis resap pengikat dengan dump truck kemudian membersihkan permukaan jalan yang akan ilapisi lapis resap pengikat dari debu dan kotoran dengan compressor. b. Pekerjaan lapis perekat Pekerjaan awal adalah membawa material lapis perekat dengan dump truck kemudian membersihkan permukaan jalan yang akan dilapisi lapis perekat dari debu dan kotoran dengan compressor. c. Pekerjaan ATB (laston Atas) <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan material agregat batu pecah dan 	<p>dengan alat.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Selanjutnya adalah pekerjaan penyiraman agregat kelas B dengan alat. <p>6. Pekerjaan perkerasan aspal Pekerjaan perkerasan aspal jembatan meliputi :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pekerjaan lapis resap pengikat Pekerjaan awal adalah membawa lapis resap pengikat dengan dump truck kemudian membersihkan permukaan jalan yang akan dilapisi resap pengikat dari debu dan kotoran. b. Pekerjaan lapis perekat Membawa lapis perekat dengan dump truck kemudian membersihkan permukaan jalan yang akan dilapisi dari debu dan kotoran. c. Pekerjaan ATB (Laston Atas) <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan material batu pecah dan pasir

METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BAJA <i>COMPOSITE</i>	METODE PELAKSANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG
<p>pasir dari tempat pengambilan material dengan menggunakan alat wheel loader.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Mencampur aspal dengan menggunakan AMP. 3. Berikutnya adalah memindahkan campuran dengan dump truck. 4. Pekerjaan selanjutnya yang harus dikerjakan adalah pekerjaan pembentukan dan penghamparan campuran aspal panas (hotmix) dengan menggunakan alat aspal finisher. 5. Selanjutnya adalah pekerjaan pemadatan aspal dengan menggunakan alat tandem roller. <p>d. Pekerjaan AC (Laston)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan material batu pecah dan pasir dari tempat pengambilan material dengan menggunakan wheel loader. 2. Mencampur aspal dengan menggunakan AMP. 3. Berikutnya adalah memindahkan campuran dengan dump truck. 4. Pekerjaan selanjutnya yang harus dilakukan adalah pekerjaan pembentukan dan penghamparan campuran aspal panas (hotmix) dengan menggunakan alat aspal finisher. 5. Selanjutnya adalah pekerjaan pemadatan aspal dengan menggunakan tandem roller. 	<p>dari tempat pengambilan material dengan alat.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Mencampur aspal dengan menggunakan AMP. 3. Berikutnya adalah memindahkan campuran dengan dump truck. 4. Selanjutnya yang harus dikerjakan adalah pekerjaan pembentukan dan penghamparan campuran aspal panas (hot mix) dengan menggunakan alat. 5. Pekerjaan selanjutnya adalah pemadatan aspal dengan alat. <p>d. Pekerjaan AC (Laston)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan pengambilan material batu pecah dan pasir dari tempat pengambilan material dengan alat. 2. Mencampur aspal dengan AMP. 3. Berikutnya adalah memindahkan campuran dengan dump truck. 4. Pekerjaan selanjutnya yang harus dilakukan adalah pekerjaan pembentukan dan penghamparan campuran aspal panas (hotmix) dengan menggunakan alat. 5. Selanjutnya adalah pekerjaan pemadatan aspal dengan menggunakan alat.

Tabel 6. Volume pekerjaan jembatan beton bertulang konvensional

No 1	Macam Pekerjaan 2	Volume 4
(I). PEKERJAAN UMUM		
1	Pek.mobilisasi	1,00 LS
(II). PEKERJAAN DRAINASE		
	Drainase	- -
(III). PEKERJAAN TANAH		
1	Galian Biasa (buruh)	101,50 m ³
2	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	119,70 m ³
3	Timbunan biasa	139,10 m ³
4	Timbunan pilhan	97,58 m ³
(IV). PEKERJAAN PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN		
1	Timbunan biasa	10,92 m ³
(V). PEKERJAAN PERKERASAN PASIR BERBUTIR		
1	Lapis pondasi bawah (LPB)-Telford	185,00 m ²
(VI). PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL		
1	Lapis permukaan penetrasi macadam (Lapen)	9,30 m ³
2	Latasir (manual)	66,00 m ²

Tabel 7 Volume pekerjaan jembatan beton bertulang konvensional

No 1	Macam Pekerjaan 2	Volume 4
(VII). PEKERJAAN STRUKTUR		
1	Beton Mutu Sedang $f_c' = 25$ MPa, $K = 300$ MPa	40,91 m ³
2	Baja tulangan BJ 8 polos	68,75 kg
3	Baja tulangan BJ 10 polos	75672,00 kg
4	Baja tulangan BJ 12 polos	3353,82 kg
5	Baja tulangan BJ 16 polos	2219,48 kg
6	Baja tulangan BJ 30 ulir	6795,36 kg

No	Macam Pekerjaan	Volume
7	Sandaran (Railing)	26 m'
(VIII).	PEKERJAAN PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	
1	Patok pengarah	40 bh
2	Pekerjaan cat kayu/besi	156,43 m ²
(IX)	PEKERJAAN HARIAN	
(X).	PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	

Tabel 8 Total biaya pekerjaan jembatan baja komposit.

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Bobot (%)
1	2	3	4
I.	PEKERJAAN UMUM	Rp 5.800.000,00	0,564%
II.	PEKERJAAN DRAINASE	Rp -	- %
III.	PEKERJAAN TANAH	Rp 66.564.685,19	6,472%
IV.	PEKERJAAN PELEBARAN DAN PERKERASAN BAHU JALAN	Rp 1.878.817,56	0,183%
V.	PEKERJAAN PERKERASAN NON ASPAL	Rp 6.479.505,21	0,630%
VI.	PEKERJAAN ASPAL	Rp 15.495.133,65	1,507%
VII.	PEKERJAAN STRUKTUR	Rp 923.013.950,76	89,747%
VIII.	PEKERJAAN PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR	Rp 9.226.439,77	0,897%
IX	PEKERJAAN HARIAN	-	
X	PEKERJAAN PEMELIHARAAN RUTIN	-	
	JUMLAH (A) PPN 10 % x (A) JUMLAH (A + PPN) = (B) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN (DIBULATKAN)	Rp 1.028.458.532,14 Rp 102.845.853,21 Rp 1.131.304.385,36 Rp 1.313.304.000,00	100,00%
	Terbilang: <i>Satu Milyar Tiga Puluh Satu Juta Tiga Ratus Empat Ribu Rupiah</i>		

4. PENUTUP

4.1. KESIMPULAN

Dari pembahasan analisa metode pelaksanaan, analisa biaya diperoleh suatu simpulan yang menjadikan perbedaan antara metode jembatan komposit dan metode jembatan beton bertulang konvensional adalah sebagai berikut:

- 4.1 Perbedaan dari sisi metode pelaksanaan dengan metode komposit dan metode beton bertulang konvensional adalah terletak pada proses pekerjaan gelagar jembatan, dimana pada metode baja komposit terdapat pekerjaan pemasangan perancah, penyambungan profil baja, pemasangan gelagar induk, pengecatan profil baja, pemasangan *shear connector*, dan pemasangan acuan. Sedangkan pada metode beton bertulang konvensional terdapat pekerjaan persiapan elemen gelagar dan pemasangan perancah.
- 4.2 Pembebanan pada tiang sandaran beban mati MD 0,0216 kN.m, beban hidup M_L 1 kN.m, M_u 1,62592 kN.m. Trotoar dan kerb beban mati MD 0,6816 kN.m, beban hidup kN.m M_L 2,5 kN.m M_u 4,81792 kN.m. Plat lantai jembatan beban mati q_D 6,5 kN/m², beban hidup q_L 171 kN/m². Gelagar utama beban mati q_D 21,895 kN/m P_D 5,985 kN beban hidup q 2,2 ton/m'. Gelagar melintang beban mati q_D 4,5 kN/m,
- 4.3 Dari segi biaya pekerjaan jembatan dengan metode beton bertulang membutuhkan biaya sebesar Rp 1.028.458.532,14 belum terhitung Ppn 10%. Sedangkan untuk metode baja komposit dibutuhkan biaya Rp 710.192.000,00 . Jadi, selisih biaya sebesar Rp 318.266.532,14 atau sekitar 31 %. Sehingga dapat ditarik kesimpulan pekerjaan jembatan dengan metode beton bertulang konvensional lebih mahal dibandingkan dengan metode jembatan baja komposit.

4.2. SARAN

Setelah penelitian ini diselesaikan ternyata penulis baru menyadari bahwa masih perlu banyak penelitian lagi tentang penelitian perbandingan pelaksanaan metode pelaksanaan jembatan beton bertulang konvensional dengan metode pelaksanaan jembatan baja komposit. Yang lebih ditekankan pada perhitungan struktur maupun analisa biaya maupun analisa terhadap sumber daya yang lainnya, yang bisa dilanjutkan pada penelitian berikutnya lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2001, *Pedoman Penyusunan Laporan Tugas Akhir*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Mingus, Nancy, 2004, *Projek Manajemen dalam 24 Jam*. Jakarta: Prenada.

Munandar, M. 1996, *Materi Pokok Manajemen Proyek*. Jakarta: Karunika.

Nursahid, Muhammad, 2003, *Manajemen Konstruksi*. Surakarta.

Rochman, Abdul, 2007, *Desain Jembatan*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Soeharta, Imam. 1995, *Manajemen Konstruksi dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.

Supriyadi, B., Muntohar, A.S., 2000, *Jembatan*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

<http://id.wikipedia.org/wiki/Jembatan>

<http://aswaruddin.blogspot.com/2008/02/Pengertian-Jembatan.html>